

Juho Roivainen

LED-VALAISIMIEN TESTAUSYKSIKKÖ

LED-VALAISIMIEN TESTAUSYKSIKKÖ

Juho Roivainen
Opinnäytetyö
Syksy 2016
Tietotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tietotekniikan koulutusohjelma, langattomat laitteet

Tekijä: Juho Roivainen
Opinnäytetyön nimi: LED-valaisimien testausyksikkö
Työn ohjaaja: Ensio Sieppi
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Syksy 2016
Sivumäärä: 31 + 1 liite

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa LED-valaisimien testaukseen käytettävä testausyksikkö. Tavoitteena oli toteuttaa yksikkö, joka suorittaa standardin vaatimat testaukset sähkölaitteille sekä yrityksen valitsemia vapaaehtoisia testejä LED-valaisimille ja niiden ohjauksille.

Opinnäytetyön toteuttamiseen tarvittiin elektroniikkaa, mekaniikkaa ja mekatroniikkaa. Työ aloitettiin vaatimusmäärittelyllä ja suunnitteluvaiheella. Tärkeimpiä vaatimuksia olivat turvallisuus ja käytettävyys. Vaatimusmäärittelyn pohjalta lähdettiin suunnittelemaan, kuinka vaatimukset täyttyisivät. Lopuksi suunniteltu kokonaisuus toteutettiin ja monistettiin jokaiselle tuotantolinjalle.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi yrityksen jokaiselle tuotantolinjalle helppo-käyttöinen ja kattava testausyksikkö. Testausyksikkö helpottaa jokapäiväistä työskentelyä sekä parantaa tuotantotestauksen tarkkuutta, selkeyttä ja turvallisuutta Greenled Oy:n tuotannossa.

Asiasanat: tuotantotestaus, valaisimet, ledit

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme in Information Technology, Wireless Devices

Author: Juho Roivainen
Title of thesis: LED-luminaire testing unit
Supervisor: Ensio Sieppi
Term and year when the thesis was submitted: Autumn 2016
Pages: 31 + 1 appendix

The subject of this thesis was to design and build LED-luminaire testing unit. The main objective was to create a unit which is able to execute test required by standard for electrical devices as well as optional tests on LED-luminaire controlling interfaces.

Electronics, mechanics and mechatronics were used during this thesis. Project started with specification of requirements. Most important requirements of project were safety and usability. Based on requirements began thinking process about how the requirements are met. In the end the unit was carried out according to plans and were built to every production line.

As final result of this thesis each production line equipped with easy-to-use and comprehensive testing unit which improve the product testing in Greenled Oy's production line.

Keywords: LED, luminaire, testing

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 LED-VALAISIMET JA VALAISIMIEN OHJAUKSET	7
2.1 LED-valaisin	7
2.2 DALI-ohjausprotokolla	9
2.3 0–10V-ohjausprotokolla	12
3 VALAISIMIEN TESTAUS	13
3.1 Tuotantotestaus	13
3.2 LED-valaisimen testaus	13
3.3 Sähkölaitteen turvallisuusvaatimuksia koskevat vaatimukset	15
4 TESTAUSYKSIKÖN SUUNNITTELU JA VALMISTUS	17
4.1 Vaatimusten määrittely ja lähtötilanne	17
4.2 Vaatimuksien täyttyminen ja nykytila	18
4.3 Testausyksikön rakenne	22
4.3.1 Elektroniikka	22
4.3.2 Pienjänniteosat	25
4.3.3 Mekaniikka	26
4.3.4 Ohjelmointi ja testivaiheet	27
5 POHDINTA	28
6 LÄHDELUETTELO	29

1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin Greenled Oy:lle. Greenled Oy on LED-valaistukseen erikoistunut yritys Kempeleessä. Yritys suunnittelee, valmistaa ja asentaa LED-valaisimia. Aikaisempaa projektia yritykselle tehdessäni huomasimme valaisimien testausmenetelmien vaativan kehitystyötä. Asiakastyytyväisyys, jonka isoa osaa näyttelevät toimivat tuotteet, on yritykselle lähtökohtainen tavoite. Yritys valmistaa ja toimittaa valaisimia useilla erilaisilla liitäntätavoilla ilman kaapelia toimitettavasta valaisimesta useaa pikaliitintä hyödyntävään ratkaisuun. Valmiiksi johdettuna myytävien valaisimien kysynnän kasvaessa täytyy myös testausmenetelmiin panostaa, jotta tuotannon työnteke olisi mahdollisimman sulavaa ja testaus tulokset olisivat luotettavia.

Opinnäytetyössä lähdettiin kehittämään ratkaisua, jolla kaikki testauslaitteet ja ominaisuudet voidaan sitoa yhteen kokonaisuuteen. Tavoitteena oli pystyä testaamaan kaikki yrityksen valmistamat valaisimet kytkentätavasta, ohjauksesta tai kokoonpanosta riippumatta. Testauksen tuli kattaa standardien vaatimat testit sähkölaitteille sekä valinnaiset testaukset ohjausrajapinnoille. Testausprosessi pyrittiin automatisoimaan mahdollisimman pitkälle ja näin vähentämään manuaalisesti tehtäviä vaiheita testauksen aikana.

Opinnäytetyössä käsitellään LED-valaisimia, valaisimien ohjaustekniikoita ja yleisiä sähkölaitteiden testausvaatimuksia. Lopussa käydään yleisellä tasolla läpi opinnäytetyön tuloksena syntyneen testausyksikön rakenne, pääkomponentit ja saavutetut tulokset.

2 LED-VALAISIMET JA VALAISIMIEN OHJAUKSET

Ledi on nykyaikainen yleisvalonlähde, jonka edut ovat erityisesti sen polttoikässä ja valotehokkuudessa. Nämä edut saavutetaan kuitenkin vain oikeaoppisella valaisinsuunnittelulla. Nykyisillä valonsäätöjärjestelmillä voidaan parantaa LED-valaistuksen laatua ja käyttöikää. Sopivalla ohjausjärjestelmällä saadaan kohteeseen valoa oikea määrä oikeaan aikaan.

2.1 LED-valaisin

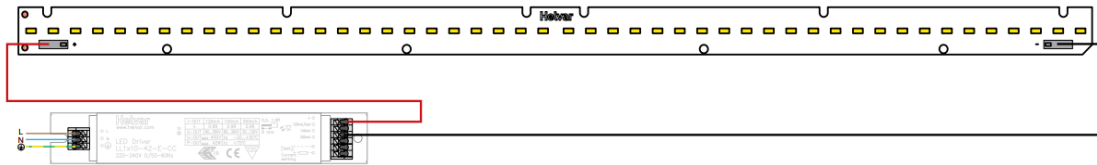
Yleisvalaistukseen käytettävät LED-valaisimet koostuvat kolmesta pääkomponentista. Pääkomponentit ovat LED-moduuli, liitántälaite ja valaisimen runko. LED-moduuli koostuu yleensä useasta sarjaan- tai rinnankytketyistä LED-matriiseista. Ladontatopologian valintaan vaikuttavat useat tekijät, kuten komponenttien määrä ja spesifikaatiot sekä valaisimen suunniteltu kuormittaminen. Matriisit on ladottu yleensä FR4-piirilevyille. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää alumiinipiirilevyä tavoiteltaessa parempaa lämmönsiirtokykyä valaisimen runkoon.

Toimiakseen jokainen yleisvalaistuksessa käytetty LED-moduuli tarvitsee liitántälaitteen. LED-moduulit kytketään liitántälaitteeseen (kuva 1). Liitántälaite vastaa oikean jännitteen luomisesta ja yleensä myös LED-moduulin ottaman virran rajoittamisesta. Liitántälaitteet kehittyvät jatkuvasti ja markkinoilla on jo yleistä sisällyttää liitántälaitteeseen enemmän älyä. Liitántälaitteeseen voidaan esimerkiksi tehdä sisäinen lämpötilanhallinta tai ohjausraja- pintoja. Useimmiten LED-liitántälaite on hakkurivirtalähde. Nämä hakkurityyppiset liitántälaitteet voidaan jakaa kahteen kategoriaan niiden sähköisen toiminnan perusteella (1, s. 2)

- vakiovirtaiset liitántälaitteet
- vakiojännitteiset liitántälaitteet.

Vakiovirtainen liitántälaite pitää LED-moduulille syötettävän virran jatkuvasti halutulla tasolla, kun taas vakiojännitteisellä liitántälaitteella ohjataan LED-moduulin jännitettä. Vakiojännitteistä liitántälaitetta käytettäessä on virranrajoitus tehtävä LED-moduulilla. Käytettäessä LED-moduulia ilman virranrajoitusta moduulin ottama virta kasvaa, kunnes moduuli tuhoutuu liiallisen lämmön vuoksi. (1, s. 2.)

Näistä kahdesta liitäntälaitetyypistä suositumpi on vakiovirtainen liitäntälaitte. Vakiovirtaisen liitäntälaitteen hyötyjä ovat energiatehokkuus ja virran rajoittaminen liitäntälaitteessa. Rajoittamalla virta jo liitäntälaitteella ei erillisiä virranrajoituksia tarvita LED-moduulilla. (1, s. 2.)



KUVA 1. LED-valaisimen liitäntälaitte ja LED-korttiesimerkki (2)

Kolmas tärkeä osa LED-valaisimessa on valaisimen runko. Rungolla tarkoitetaan tässä tilanteessa myös valaisinta mahdollisesti suojaavia kupuja ja muita mekaanisia ratkaisuja. Runko jäähdyttää ja suojelee valaisinta ulkoisilta rasituksilta. LED-valaisimissa yksi rungon tärkeimmistä tehtävistä on jäähdyttää led-valaisimen komponentteja. Liitäntälaitte ja LED-moduuli tuottavat toimiessaan molemmat lämpöä. Lämpötilat on tärkeää saada pidettyä alle komponenttien spesifioitujen lämpötilojen. Liian kuumassa ympäristössä operoivan valaisimen elinikä voi lyhentyä huomattavasti tai pahimmassa tilanteessa valaisimen LED-moduuli voi tuhoutua välittömästi. LED-valaisimien tullessa markkinoille niiden lämmönhallintaan ei juurikaan kiinnitetty huomiota, mikä johti lyhyen elinkaaren omaaviin valaisimiin. (3, s. 5.)

Valaisimen runkoratkaisuilla toteutetaan myös valaisimen IK- ja IP-luokat. IK-luokka (iskunkestävyysluokka) on tapa määrittää valaisimen kestävyyttä sen altistuessa ulkoisille iskuille. IP-luokka on Euroopassa käytössä oleva koodausjärjestelmä sähkölaitteiden ja laitekoteloiden tiiveyden määrittämiseksi. IP-koodilla merkitään sähkölaitteen koteloinnin antamaa suojaa vierailta esineiltä tai pölyltä ja vedeltä. (4.)

2.2 DALI-ohjausprotokolla

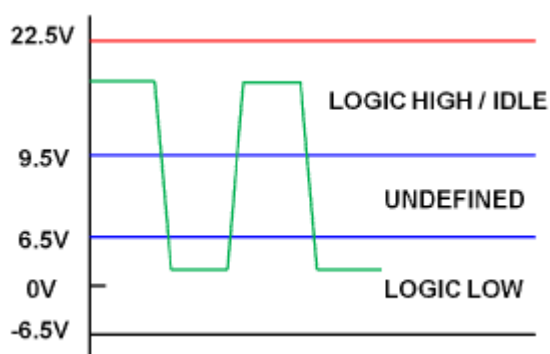
DALI on lyhenne sanoista *Digital Addressable Lighting Interface*. Kyseessä on maailmanlaajuinen digitaalinen ja osoitteellinen valaistuksenohjaus. DALI on valaistuksen ohjaukseen käytetty protokolla, joka on määritelty standardissa IEC 62386. DALI tarjoaa älykkään ja hyvin mukautuvan valaistuksenohjauksen.

DALI-standardi on avoin standardi, jota jokainen laitevalmistaja voi halutessaan käyttää. DALI-järjestelmä voi koostua liitäntä- ja ohjauslaitteista, tuloista sekä virtalähteistä. Yhdessä DALI-järjestelmässä voi olla maksimissaan 64 laitetta, 300 metrin kaapelivedot ja 250 mA:n yhteenlaskettu virrankulutus laitteilla. Tiedonsiirto tapahtuu polariteettivapaalla 2-johdimisella kaapelilla. (5.)

DALI-väylä

DALI-väylä voidaan toteuttaa sekä sarja- että tähtitopologialla. Väylä perustuu väylän oikosulkemiseen nopealla tahdilla. Oikosulkuperiaatteen vuoksi DALI-väylän maksimivirraksi on määritetty 250 mA. Tätä rajoitusta ei saa ylittää.

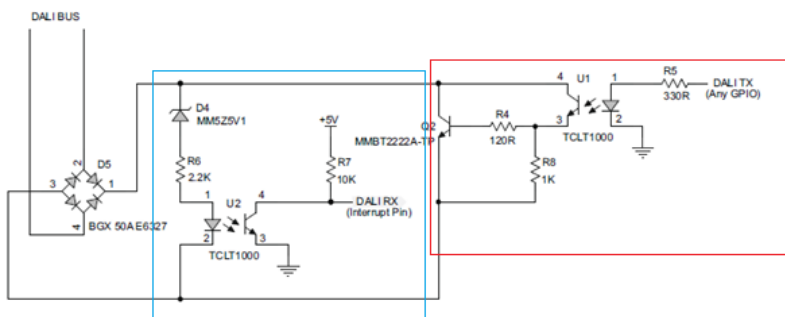
Odotteluvaiheessa linjassa on jatkuva 9,5–22,5 V:n tasajännite. Yleensä tämä odottelujännite linjassa on standardin määrittämä 16 voltia. Lähetettäessä loogisen nollan linjaan laskee jännite linjassa lähemmäksi nollaa. Standardin mukaan -6,5–6,5 V on looginen nolla, 6,5–9,5 V on määrittämätöntä aluetta ja 9,5–22,5 V on looginen ykkönen (kuva 2). (6.)



KUVA 2. DALI-linjan jännitetasot (6)

DALI-rajapinta

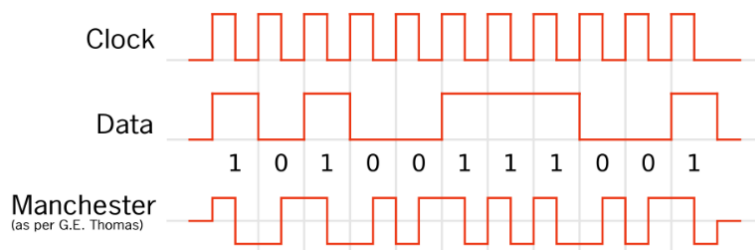
Kuvassa 3 on esitetty yksinkertainen DALI-rajapinta. Lähetyspuoli on rajattu punaisella ja vastaanoton puoli on rajattu sinisellä (kuva 3). DALI-väylä on erotettu kontrollerista optisesti. Lähettäessä transistori Q2 oikosulkee DALI-linjan ja laskee jännitetason linjassa loogiseksi nolaksi. Vastaanotto on toteutettu käyttäen zener-diodia ja optista erotusta. Jännitetason laskiessa linjassa alle zener-jännitteen lopettaa diodi johtamisen ja looginen nolla luetaan keskeytyspalvelinta hyväksikäyttäen kontrollerille. (6.)



KUVA 3. DALI-rajapinnan esimerkkitoiteutus (6)

DALI-komentojen kehykset

DALI-komentoja lähetetään väylään 1200 bit/s:n nopeudella. Tämä digitaalinen signaali koodataan G. E. Thomasin versiolla Manchester-koodauksesta. Manchester-koodaus perustuu jännitemuutoksen suunnan määrittämisellä tehtyyn bittipäättökseen. Manchester-koodauksella lähettäminen ei vaadi synkronoituja kellosignaaleja, vaan kellosignaali voidaan generoida vastaanotetusta datasta. G. E. Thomasin versiossa nolasta yhteen siirtyminen tulkitaan nolaksi ja yhdestä nolaa siirtyminen tulkitaan ykköseksi (kuva 4). (6.)



KUVA 4. Manchester-koodaus (7)

DALI-lähetysten kehys koostuu DIN EN 60929:n mukaan kahdesta tavusta. Kehys koostuu seuraavista biteistä (6):

Y **AAA** **AAAS** **xxxx** **xxxx**

Y: osoitteen tyyppin määrittävä bitti

0 bit = lyhytosoite

1 bit = ryhmäosoite tai kollektiivinen kutsu

A: merkittävä osoitebitti

S: valintabitti (määrittää seuraavien bittien tarkoituksen)

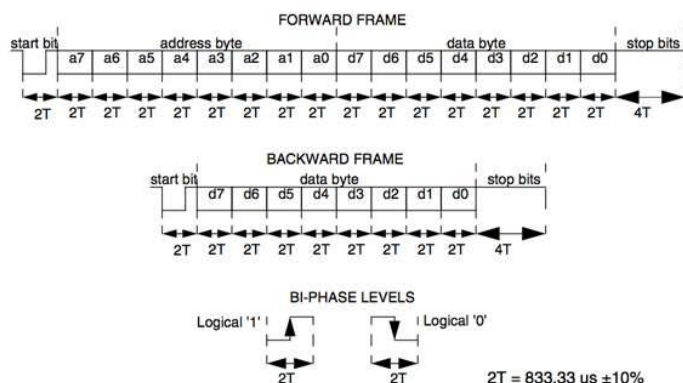
0 bit = xxxx xxxx sisältää suoran ohjauskäskyn valaisimen teholle

1 bit = xxxx xxxx sisältää käskynumeron

x: valaisimen tehon tai komennon määrittämisen bitit

DALI-kehysten ajoitus

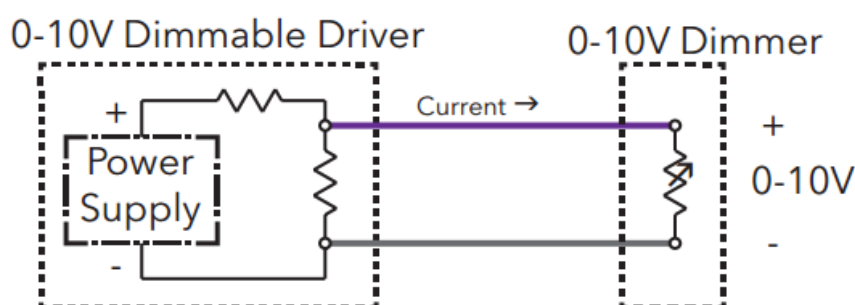
DALI-kehysten ajoitus on esitetty kuvassa 5. Yhden bitin lähettämiseen käytetään 833,33 mikrosekuntia. Standardin mukaan yhden bitin lähetysten kesto saa vaihdella 10 prosenttia ja tällöin kehys voidaan vielä vastaanottaa. Kehys alkaa aloitusbitillä, jota seuraa osoitebitit. Osoitebittien jälkeen tulee databitit ja lopuksi kahden bitin ajan stop-bittejä. (8.)



KUVA 5. DALI-kehysten ajoitus (8)

2.3 0–10V-ohjausprotokolla

0–10V on analoginen valaisimen ohjausprotokolla. Se on yksi ensimmäisiä ja yksinkertaisimpia ohjaustekniikoita. Tällä ohjauksella ei voida valaisimille asettaa osoitteita, vaan kaikki linjassa olevat valaisimet seuraavat samaa ohjaussignaalia. Teknisesti 0–10V-järjestelmä on huomattavasti helpompi ottaa käyttöön ja huoltaa kuin DALI-ohjauksella toteutettu kohde. 0–10V-järjestelmästä on olemassa kahta eri versiota. Toisessa versiossa valaisin luo itse 10 voltin jännitteen, kun toisessa versiossa valaisimelle on tuotava tarvittava jännite. Opinnäytetyöhön liittyvissä valaisimissa liitälaitteet luovat itse säätöjännitteen. Valaisimessa on sisäänrakennettu 10 voltin jännitelähde. Ohjaussignaalin jännitetasoa muutetaan esimerkiksi potentiometrillä (kuva 6). Jännitteen ollessa 10 voltia on valaisin 100 %:n kirkkaudella ja jännitteen ollessa 0 voltia pitäisi valaisimen kirkkauden olla 0 %. Yleensä valaisimissa on kuitenkin rajoitettu himmennysalue. Tästä johtuen ei valaisinta yleensä voida himmentää alle 10 %:n kirkkauteen. (9, s. 1.)



KUVA 6. 0–10V järjestelmän periaate (9)

3 VALAISIMIEN TESTAUS

Suomessa on markkinoilla satojatuhansia sähkölaitteita ja kaikkien niiden on oltava vaatimustenmukaisia. Markkinoilta löytyy kuitenkin vuosittain satoja vaarallisia sähkölaitteita, joista osassa todetaan vakavia turvallisuuspuutteita. Nämä turvallisuuspuutteet voivat aiheuttaa sähköiskun tai tulipalon vaaran. Ensisijainen vastuu sähkölaitteiden vaatimustenmukaisuudesta on valmistajalla tai maahantuojalla. (10, s. 4.)

3.1 Tuotantotestaus

Tuotantotestauksen tavoitteena on estää virheellisten tuotteiden toimittaminen asiakkaalle. Hyvin toteutettu tuotantotestaus on kulurakenteeltaan kohtuullinen ja mahdollisimman kattava. Testauksella varmistetaan laitteen suunniteltu toimivuus. Tuotteiden laadulla on ratkaiseva merkitys yrityksen maineelle ja menestykselle. Hyvä ja toimiva tuote täyttää asiakkaiden tarpeet, vaatimukset ja odotukset sekä lisää asiakaskysyntää. (11, s. 1.)

Kustannusten kannalta tarkasteltuna on tärkeä havaita mahdollinen viallinen tuote mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotantoprosessia. Virheen korjaaminen myöhemmin maksaa huomattavasti enemmän kuin tuotannossa huomattuna. (11, s. 2.) Erityisen tärkeää tuotantotestaus on Greenled Oy:n toimialalla, koska yhtiö valmistaa sähkölaitteita. Viallinen sähkölaitte voi aiheuttaa asiakkaalle päätyessään hengenvaaran. Ei voida myöskään jättää huomiotta moninkertaisia kustannuksia, jotka aiheutuvat työmaalle toimitetusta rikkiäisestä valaisimesta. Vaikeaan kohteeseen korkealle asennetun valaisimen vaihtaminen ja pahimmassa tilanteessa kohteen toiminnan pysäyttäminen voi aiheuttaa huomattavia kustannuksia.

3.2 LED-valaisimen testaus

LED-tuotteiden yleistyessä niiden laatuun ja turvallisuuteen kiinnitetään yhä enemmän huomiota. Tässä opinnäytetyössä kuitenkin keskitytään vain sähkötur-

vallisuuteen eikä muihin LED-valaisimien määrittäviin standardeihin, kuten häikäisyyn, oteta kantaa. LED-valaisimien sähköiseen testaukseen ja sähköturvallisuu- den vaatimuksiin sovelletaan standardia ”SFS-EN 60598-1 Valaisimet. Osa 1:Yleiset vaatimukset ja testit”.

Valaisimet ja niiden testaus kuuluu pienjännitedirektiivi [2014/35/EU](#) (LVD, Low Voltage Directive) alaisuuteen. Pienjännitedirektiivin tarkoitus on varmistaa, että Euroopan unionin alueella olevat sähkölaitteet eivät oikein asennettuna, huollet- tuna ja käyttötarkoituksensa mukaisesti käytettynä vaaranna ihmisten terveyttä ja turvallisuutta, kotieläimiä tai omaisuutta. (12.)

Yleisin tapa osoittaa valaisimen pienjännitedirektiivin mukaisuus on testata tai testauttaa valaisin sille soveltuvien eurooppalaisten standardien mukaisesti. Val- mistajan on varmistettava, että käytössä on menettelyt, joilla sarjatuotannossa noudatetaan direktiivin vaatimuksia. (13.)

Standardi määrittelee valmistajan suorittaman vaatimustenmukaisuustestauk- sen. Vaatimuksenmukaisuustestaus tulisi valmistajan tehdä jokaiselle valai- simelle tuotannon jälkeen. Testauksen tulisi paljastaa, mikäli sähköturvallisuus on vaarantunut valmistusvirheiden tai epäkelpojen materiaalien vuoksi. Sähköi- set testit suoritetaan kaikille tuotetuille valaisimille sähköisten testien minimiarvo- jen mukaan. Vialliset valaisimet siirretään pois tuotannosta tai korjataan kuntoon. (14.)

3.3 Sähkölaitteen turvallisuusvaatimuksia koskevat vaatimukset

Eristysvastusmittaus

Jokaisella sähköasennuksella ja sähkölaitteella on turvallisuussyistä niihin liittyvät turvallisuusvaatimukset. Jokaisen asennuksen ja laitteen eristysvastus on mitattava standardin vaatimalla tavalla. Eristysvastuksen tulee olla korkea vuotovirtojen minimoimiseksi. Oli kohde kaapeli, moottori tai mikä tahansa muu elektromekaaninen laite, tulee mittaus tehdä. (15, s. 2.) Mittauksella varmistetaan, että vaiheet ja nollajohdin on riittävän hyvin eristetty suojamaasta (kuva 7).



KUVA 7. Eristysvastusmittauksen kytkentä

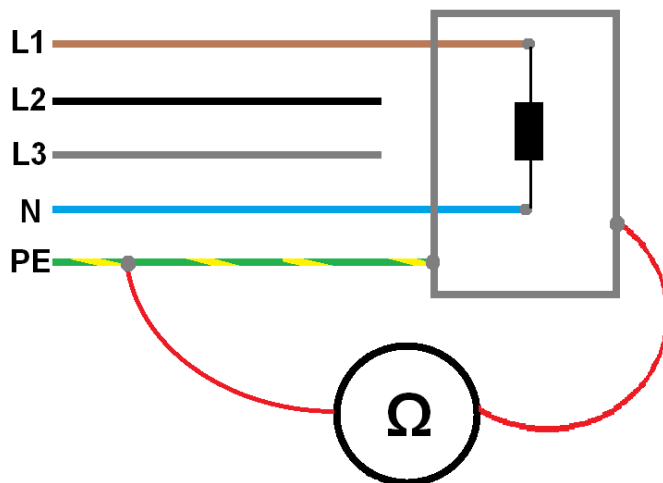
Eristysvastusmittauksia on kahdenlaisia: dielektrinen mittaus ja eristysvastuksen mittaus. Dielektrisessä mittauksessa testataan eristyksen jännitteensietokykyä, esimerkiksi salamaniskusta aiheutuvat jännitepiikit. Mittauksella varmistetaan, että eristysominaisuudet ja vuotovirrat ovat hyväksyttävällä tasolla. Dielektrinen mittaus voi vahingoittaa mitattavaa laitetta, koska testausjännitteet ovat paljon suurempia. Valmistetuille valaisimille tehdään eristysvastusmittaus, jossa käytetään tasavirtaa ja alhaisempaa jännitettä kuin dielektrisessä mittauksessa. Mittauksen tulokset ilmoitetaan muodossa kΩ, MΩ, GΩ tai TΩ. Tulos ilmaisee kahden johtimen välisen vastuksen. (15, s. 2.)

Standardin 60598-1 vaatimusten mukaan mittaus tehdään 500 V:n tasajännitteellä 1 sekunnin ajan. Minimiresistanssi johtimien välillä on oltava vähintään 2 MΩ. (14.)

Suojamaan jatkuvuusmittaus

Suojamaan jatkuvuusmittauksella varmistutaan siitä, että kosketusjännitesuojaus toimii heti, kun jännite kytketään laitteistoon. Samalla varmistutaan siitä, että N- ja PE-johtimet eivät ole vaihtaneet paikkaa keskenään. Testaus tehdään jännitteettömyyteen laitteistoon, aina ennen kuin siihen kytketään jännitteitä ensimmäistä kertaa.

Mittaus tehdään maadoitusliittimen ja kosketeltavien metalliosien välille, jotka voivat tulla jännitteiseksi (kuva 8). Jatkuvuusmittaus suoritetaan 6–12 voltin jännitteellä ja 10 ampeerin virralla vähintään yhden sekunnin ajan. Suurin hyväksyttävä eristysvastus mittauksessa on 0,50 Ω . (14.)



KUVA 8. Suojamaan jatkuvuusmittauksen kytkentä

Toiminnallinen testaus

Toiminnallisella testauksella varmistutaan valaisimen normaalista toiminnasta. Testillä myös varmistetaan, että valaisimen toimintaan vaaditut johtimet on oikein kytketty. Toimintatestissä valaisimeen kytketään käyttöjännitteet ja mahdollisesti testataan ohjauksen tai muiden lisäominaisuuksien toimintaa. (14.) Greenledin valaisimien toimintatestauksen yhteydessä tarkistetaan visuaalisesti jokaisen ledin toiminta ja testataan valaisimessa käytössä olevan ohjauksen toiminta.

4 TESTAUSYKSIKÖN SUUNNITTELU JA VALMISTUS

4.1 Vaatimusten määrittely ja lähtötilanne

Testausyksikön suunnittelu lähti liikkeelle testausprosessin puutteiden ja siihen liittyvien parannuskohteiden kartoittamisesta. Ennen projektin aloittamista pidettiin palaveri, jossa tuotannon työnjohtajat toivat vielä esille omia toiveita, kuinka uuden testerin pitäisi toimia. Opinnäytetyön lähtötietomuistio löytyy liitteestä 1.

Lähtötilanteessa tuotannossa oli useita modulaarisia testausyksiköitä eri tuotteille, jotka eivät toimineet ristiin tuotekohtaisesti. Jokainen näistä moduuleista toimi hieman eri tavalla. Merkinnät olivat osittain riittämättömiä ja oikean testausmoduulin valinta oli vaikeaselkoista. Uuden työntekijän perehdyttäminen testaukseen oli vaikeaa ja testausprosessi ei ollut yhtenäistetty. Uusien tuotteiden testaamiseen vaadittavat muutokset olivat työläitä ja vaativat lähes poikkeuksetta muutoksia testauslaitteisiin.

Yksi suurimpia puutteita vanhassa testausprosessissa oli valmiiksi johdoilla toimitettavien läpijohdotettavien valaisinmallien testaaminen sulavasti ja turvallisesti. Edellä mainitun puutteen korjaaminen oli projektin päätavoite, mutta nopeasti huomattiin monia muitakin parannuksia ja lisäyksiä. Näillä parannuksilla pyrittiin parantamaan testausprosessin yhtenäisyyttä ja tuomaan aikaisemmin modulaariset ja tuotekohtaisesti tehdyt testit samaan testausjärjestelmään.

Uuden testausyksikön tavoitteena oli yhtenäistää testausprosessia. Kaikki aiemmin käytössä olleet toiminnot täytyi yhdistää samaan yksikköön, jolla pystyttiin testaamaan jokainen Greenled Oy:n valmistama valaisin. Testien tuli yhtä aikaa täyttää standardin määrittämät sähköiset testit ja myös valaisinten ohjauksien testaukset. Testausyksikön oli pystyttävä tekemään testaus luotettavasti ja toistettavasti. Käyttäjältä vaadittavat toimet täytyi pyrkiä saamaan mahdollisimman vähäiseksi ja inhimillisten tekijöiden aiheuttamat mahdolliset virheet ja niiden vaikutus minimoitua. Testaajan toiminnasta oli tehtävä mahdollisimman suoraviivaista ja testausprosessi oli tehtävä samanlaiseksi jokaiselle linjalle. Testausyksiköstä täytyi tulla tulevaisuuteen tähtäävä, jotta uusien tuotteiden ja mahdollisten uusien ohjaustekniikoiden testaus onnistuisi tarvittaessa ilman suuria muutoksia.

4.2 Vaatimuksien täyttyminen ja nykytila

Järjestelmäkuvaus

Testausyksikkö tehtiin käytössä olevan PAT420-käyttöönottotesterin perään (kuva 9). PAT420 on käyttöönottotesteri, jolla voidaan suorittaa standardin vaatimat suojamaan jatkuvuus- ja eristysvastusmittaukset (kuva 10). PAT420 täyttää standardin IEC 61010-1: 2001 asettamat vaatimukset sähköisille testaus- ja mitauslaitteille. (16.) Testerillä voidaan testata 230 V:n ja 110 V:n laitteita. Testerin sisäiseen muistiin voidaan tallentaa tuotekohtaiset testitulokset sekä siirtää mitaustulokset tietokoneelle. PAT420 syöttää testattavaa valaisinta testausyksikön läpi. Testausyksikkö suorittaa ohjausjärjestelmien testit ja huolehtii turvallisuudesta. PAT420-käyttöönottotesterin kalibrointi suoritettiin testausyksikön lähdöstä. Näin voitiin varmistua siitä, että välissä oleva testausyksikkö on kunnossa ja kontaktit toimivat. Optimitilanne oli saada uusi testausyksikkö toimimaan mahdollisimman automaattisesti käyttöönottotesterin kanssa yhdessä.



KUVA 9. Järjestelmän osat



KUVA 10. PAT420-käyttöönottotesteri (16)

Testausprosessin selkeyttäminen

Opinnäytetyön alkuvaiheessa päätettiin rakentaa kaikki testaukseen vaadittavat toiminnot yhteen kokonaisuuteen, jotta mahdollistettaisiin saman tuotteen tekeminen usealla linjalla ilman turhaa testereiden siirtämistä linjalta toiselle.

Kaikille linjoille suunniteltiin samanlainen testausyksikkö, jolla jokainen valmistettu valaisin voidaan testata. Valaisimen tyyppi ja ohjaustekniikka valitaan selkeällä kääntökytkimellä. Kääntökytkin ohjaa prosessorin testauslogiikkaa ja ottaa käyttöön valaisimen testaukseen tarvittavat testausvaiheet. Testausyksikköön valittiin isokokoiset LED-merkkivalot indikoimaan testauksen tärkeimpiä asioita, kuten hyväksyttyä tai hylättyä testiä ja määritettyä vaihejohdinta. Aluksi näillä LED-merkkivaloilla oli tarkoitus kertoa käyttäjälle myös testausvaiheet, mutta pian huomattiin, että merkkivaloja tarvittaisiin suurempi määrä ja selkeys sekä käytettävyys heikentyisi huomattavasti merkkivaloja lisättäessä. Selkeyden lisäämiseksi testausyksikköön päätettiin lisätä LCD-näyttö, joka kertoo testausvaiheista ja opastaa testaajaa testausprosessin läpi. Uuden testausyksikön ohjauspaneeli on esitetty kuvassa 11.



KUVA 11. Testausyksikön ohjauspaneeli

Aiemmin tuotevaihtojen yhteydessä on ilmennyt epäselvyyttä ja epävarmuutta tarvittavan testauslaitteen valinnassa. Tuotevaihdot uudessa testausyksikössä päätettiin toteuttaa liittimellä, joka soveltuu yksinkertaisesta kaikkein monimutkaisimmankin testauskytkennän toteuttamiseen. Tuotevaihdot tapahtuvat vaihtamalla tuotekohtainen testausadapteri testausyksikköön. Testausadapterit numeroitiin selkeästi ja adapterien valintaa helpottamaan tehtiin ohjeistus (kuva 12). Eniten valmistettavia tuotteita varten samoja testausadaptereita tehtiin useampia.



KUVA 12. Testausadapterit

Mahdollisten testausvirheiden minimointi

Osa aiemmin käytössä olleista testauslaitteista oli täysin riippuvaisia testaajan tarkkaavaisuudesta. Testauksen aikana täytyi esimerkiksi painaa tietty nappi pohjaan, jotta sähköinen kytkentä oli kokonaisuudessaan mukana eristysvastusmittauksessa (kuva 13). Napin painamista ei ollut tässä tilanteessa varmistettu mitenkään. Tällä tavoin mahdollistui napin painamisen unohtaminen testauksen aikana, joka saattoi johtaa virheellisiin tuloksiin. Uudessa testausyksikössä kytkentävastuu siirrettiin prosessorille, joten inhimillisen virheen riski poistui.



KUVA 13. Vanha testausmoduuli

Uudella testausyksiköllä alettiin sen valmistuttua testaamaan valmiiksi johdotettuja ketjutettavia valaisimia, joissa ei ole esiasennettuja pikaliittimiä johtojen päässä. Pikaliittimien puuttuminen mahdollisti riskin kaikkien johtimien kytkennän unohtamiselle ja mahdollisen vaaratilanteen syntymiselle. Aiemmin tätä vaaraa ei pikaliittimien kanssa ole ollut, koska pikaliittimet ovat kosketussuojattuja. Turvallisen ja vähemmän inhimillisille virheille alttiin testiprosessin varmistamiseksi täytyi nykyiseen laitteen turvaominaisuuksia lisätä. Testausyksikköön suunniteltiin niin sanottu esitesti ennen standardin virallisia testejä. Jokainen valaisimeen liitetty johdin jatkuvuusmitataan pienoispääntiteellä. Näin voitiin varmistua, että jokainen johdin on liitetty liittimeen. Testausprosessi ei etene seuraavaan vaiheeseen, jos tätä testiä ei läpäistä.

Turvallisuutta lisättiin myös kytkentäalueen päälle laskettavalla suojakuvulla, joka on yhteydessä testauslogiikkaan ja hätä-seis-releisiin. Tällä poistetaan riski heikosti kiinnitetyn johtimen irtoamisen aiheuttamasta mahdollisesta vaaratilanteesta. Testausyksikköön ei voida kytkeä jännitteitä kannen ollessa auki.

Aiemmin valaisimen ohjauksen toiminta testattiin mekaanisesti kääntäen himmentimestä. Testaajan täytyi visuaalisesti todeta valaisimen ohjauksen toiminta. Työn edetessä syntyi idea jo vaiheen määritykseen suunniteltujen virtamittaus-

moduulien hyödyntämisestä ohjauksen testaamisessa. Ohjauksen testaus saatiin tehtyä automaattiseksi uuteen testausyksikköön, mikä vähentää testaajalta yhden mekaanisen työvaiheen ja tekee testauksesta luotettavamman.

Tulevaisuuden tarpeet

Testausyksikkö oli suunniteltava siten, että uusien tuotteiden testaukseen tarvittavat lisäykset ja muutokset eivät kohdistu itse yksikköön. Uusien tuotteiden testaukseen tarvittavan testausadapterien valmistaminen tehtiin mahdollisimman helpoksi ja riittävän laajentuvaksi. Jokainen testausadapteri suunniteltiin samalla liitintyyppillä, jotka skaalautuvat muuttuvan tuoteperheen mukaisesti.

Kontrollerille jätettiin vapaita I/O-pinnejä, joilla voidaan tarvittaessa ohjata muutuneilla ohjauksilla valmistettuja valaisimia tai lisätä testausyksikköön muita ominaisuuksia.

4.3 Testausyksikön rakenne

Testausyksikkö koostuu neljästä pääosasta. Näitä osia ovat CPU-kortti, virtamittausmoduuli, 230 voltin järjestelmäosio ja testeripäiden adapterikotelo.

4.3.1 Elektroniikka

CPU-kortti

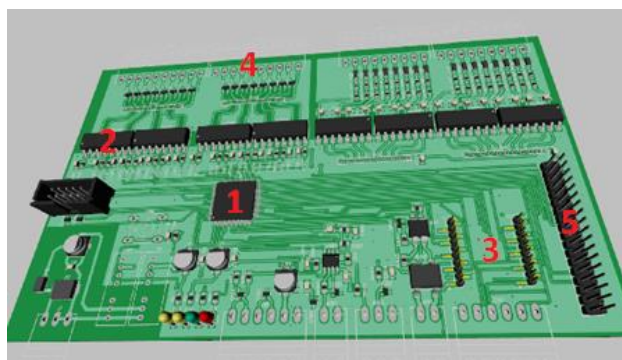
CPU-kortilla on ATmega 2560 -mikrokontrolleri, jota käytetään ohjelmalogiikan ajamiseen. ATmega 2560 on Atmelin valmistama 8-bittinen mikrokontrolleri. Kontrollerin valintakriteereitä olivat

80 kappaletta I/O-linjoja (mukaan lukien tulevaisuuden vara)

- SPI-rajapinta
- I2C-rajapinta
- hyvä saatavuus.

Koska mikrokontrollerin kriteerit olivat kohtuullisen joustavat, mikrokontrollerin valinnasta ei tullut vaikeaa. Lopulliseen valintaan johti aikaisempi kokemus tästä kontrollerista. Piirilevyllä suunniteltiin 16 kappaletta optisesti erotettuja tuloja ja

lähtöjä. Optinen erotus on tärkeää, koska piirilevyllä tullaan ohjaamaan pienjännitekojeita. Tulot ja lähdöt suunniteltiin toimimaan 24 voltin jännitteillä. 24 voltia määräytyi ohjausjännitteeksi työssä käytettyjen kontaktorien ohjausjännitteen vuoksi. Piirilevyn komponenttien asettelu ja rakenne on esitetty kuvassa 14.



1. ATmega2560 mikrokontrolleri 2. Optoerottimet
3. Vahvistinpiirin piikkirimat 4. Lähtöjen ja tulojen ruuviliittimet
5. Riviliittimet ohjelmointiin ja varana oleville GPIO-linjoille

KUVA 14. Suunniteltu piirilevy

Vahvistinpiiri

Testausprosessissa mitataan moneen kertaan virtoja syöttöjohtimista. Hyvin pienien virtojen vuoksi jouduttiin suunnitella lisäämään operaatiovahvistimet, joilla pienet virrat pystyttiin vahvistamaan. Operaatiovahvistimessa on kolme eri vahvistusvalintaa, 1x, 10x ja 100x. Vahvistinpiiri on liitetty piikkirimoilla CPU-korttiin.

Virtamuuntajat

Testausyksikköön tarvittiin virranmittaus jokaiselta vaiheelta vaiheen määrittämiseen testauksen aikana ja testausyksikön testin synkronointiin käyttöönottotestien kanssa. Virtojen mittaus tehtiin sitä varten tehdyillä virtamuuntajilla, joiden läpi jokainen vaihejohdin vietiin.

Virtamuuntajat toteutettiin toroidityyppisesti. Rautasydämen eli tässä tapauksessa ferriittirenkaan ympärille pyöritetään esimerkiksi emalilankaa ja mitattava johdin viedään toroidin läpi (kuva 15). Muuntajassa jännitteet ovat suoraan verrannollisia kierroslukuihin ja virrat kääntäen verrannollisia. (17.)

Tästä suhteesta käytetään nimitystä muuntosuhde, joka voidaan laskea kaavalla 1.

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} \text{ ja } \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

KAAVA 1. Muuntajan muuntosuhde (17.)

N_1 = ensiokäämin johdinkierrosluku

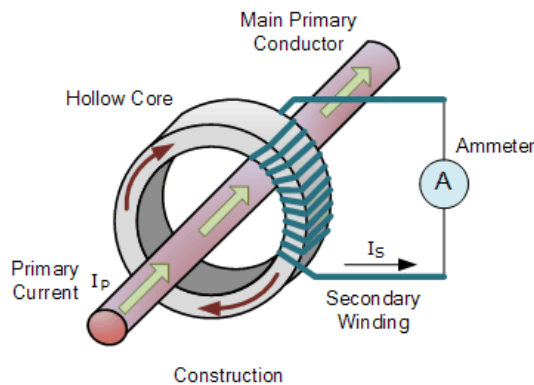
N_2 = toisiokäämin johdinkierrosluku

U_1 = ensiojännite

U_2 = toisiojännite

I_1 = ensiovirta

I_2 = toisiovirta



KUVA 15. Muuntajan periaate (17)

LCD-näyttö

Selkeyden lisäämiseksi testausyksikköön lisättiin LCD-näyttö (kuva 16). Tähän näyttöön tulostetaan sekä testausvaiheita että virheilmoituksia. Testivaiheiden ja erinäisten virheilmoitusten ilmoittaminen LED-merkkivaloilla ei olisi ollut mielekäästä, koska eri ilmoituksia tuli ohjelmakoodiin useita. Näyttönä käytettiin JHD-162a–nestekidenäyttöä, jota ohjattiin I2C-väylän avulla. I2C-väylää, jotta säästettäisiin I/O-portteja mikrokontrollerilta. Ilman I2C-väylää olisi näyttö vaatinut kuusi I/O-porttia, kun taas I2C-väylän avulla selvittiin kahdella. Näytön käyttöönoton oli kohtalaisen suoraviivaista Arduino-kirjastojen avulla.



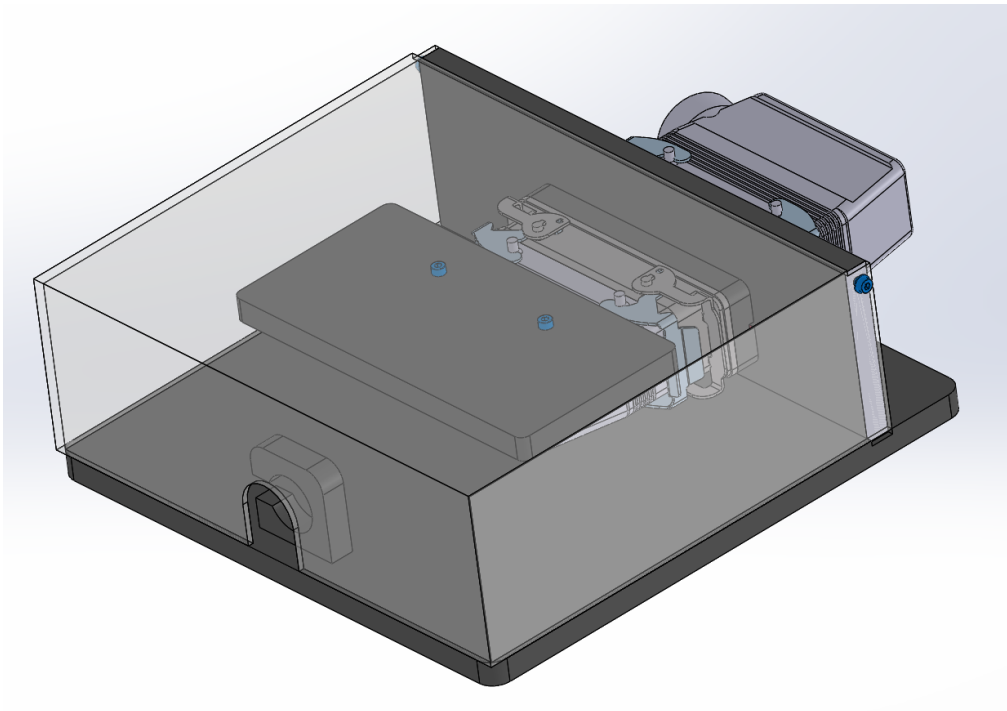
KUVA 16. LCD-näyttö (19)

4.3.2 Pienjänniteosat

Pienjänniteosat täytyi määrittää mittausjännitteet ja mittausvirrat huomioiden. Pienin jännitekesto komponenteilla täytyi olla 500 V ja virrankesto 10 A. Myös sähköisten komponenttien ja mekaanisten kytkimien käyttöikä oli tärkeä valintakriteeri. Testausyksikön turvallisuusasioita ei jätetty ainoastaan prosessorin hallittavaksi. Tärkeimmät kytkentävaiheet varmistettiin käyttäen hyväksi kontaktorien lisäkoskettimia ja mekaanisia rajakytkimiä. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi kontaktorin käyttöjännitteen viemistä toisen kontaktorin aukeavan apukoskettimen kautta. Tällöin molemmat kontaktorit eivät voi kytkeytyä yhtä aikaa missään tilanteessa. Näin voidaan varmistua, ettei ohjelman odottamaton jumiutuminen tai häiriötila aiheuta mitään vaaratilannetta testaajalle tai testausyksikölle.

4.3.3 Mekaniikka

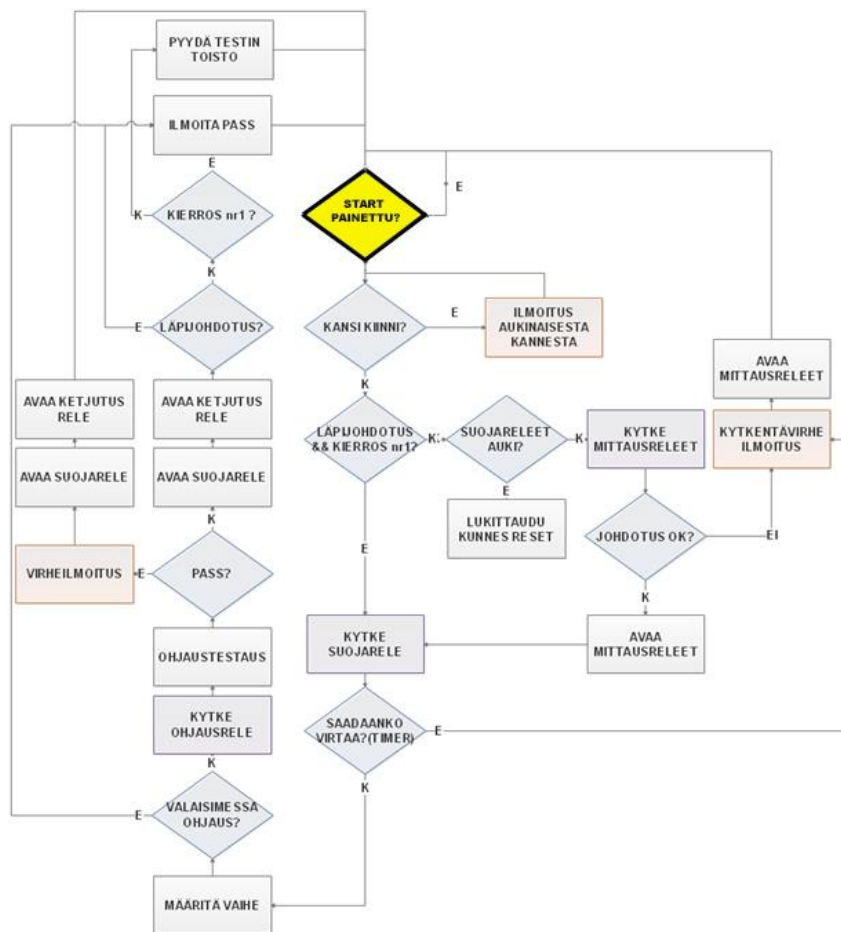
Opinnäytetyön tavoitteena oli myös kehittää testaukseen tarvittavia mekaanisia ratkaisuja. Testauspisteeseen kehitettiin adapterikotelo, johon kaikki käytettävät testausadapterit kytkeytyvät (kuva 17). Kotelon ensisijainen tarkoitus oli tehdä irtojohtimisien valaisimien testauksesta turvallista ja sujuvaa. Adapterikotelo toimii myös rajapintana eri valaisinkombinaatioiden testaamiseen käytettäville adaptereille. Johtimien kytkennän tulisi olla nopeaa ja ergonomista käyttäjälle. Adapterikotelo koostuu adapterien pikaliittimistä ja suojakannesta. Suojakansi on yhteydessä rajakytkimiin, jotka estävät tahattoman jännitteiden kytkemisen adapterille johtimien kytkennän aikana.



KUVA 17. Adapterikotelon suunnitelma

4.3.4 Ohjelmointi ja testivaiheet

Ohjelmalogiikka ohjelmoitiin C++-pohjaisella ohjelmointikielellä ja kääntäjänä käytettiin Arduino IDE:tä. Sitä päädyttiin käyttämään nopean kehityksen ja aikaisemman kokemuksen vuoksi. Arduinolla on nopea kehittää ja tehdä sulautettuja laitteita, joita ei ole tarkoitus valmistaa kaupallisesti suuria määriä. Toisena vaihtoehtona olisi ollut käyttää Codevision AVR:ää, mutta kääntäjän opettelu olisi ottanut suuren osan opinnäytetyön ajasta. Codevisionin opettelu ei nähty tuovan lisäarvoa työhön. Kuvassa 18 on esitetty yksinkertaistettu ohjelmistokuvaus. Kuvaukseen ei ole esitetty kaikkia testausyksikön toimintoja. Aloituspainiketta painettaessa ohjelma suorittaa kaavion mukaisen testikierroksen. Ohjelman suorittamat vaiheet määrittyvät kääntökytkimien syötteiden mukaan. Ohjelma palaa lopuksi odottamaan aloituspainikkeen painamista. Kaaviossa näkyvät myös turvallisuuden vuoksi suunniteltujen rajakytkimien ja kontaktorien kärkein lukemiset ennen testivaiheissa etenemistä.



KUVA 18. Ohjelman periaatteellinen kaavio

5 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa LED-valaisimien testausyksiköt Greenled Oy:n tuotantolinjoille. Työn tavoitteeseen päästiin ja työn lopputuloksena saatiin toimivat testausyksiköt jokaiselle linjalle. Testausyksiköt saatiin tehtyä aikataulun mukaisesti jokaiselle tuotantolinjalle ja vaatimusmäärittelyt osittain jopa ylitettiin. Lopputuloksena saatiin selkeytettyä Greenled Oy:n testausprosessia ja testaaminen on turvallisempaa sekä testaajalle että testauslaitteille. Vanhoista testauslaitteista päästiin eroon ja uudet testausadapterit saatiin selvästi esille materiaalivarastoon.

Opinnäytetyö oli kokonaisuutena monimuotoinen ja sisälsi useita haastavia osialueita. Tavoitteen saavuttamiseksi oli ennen suunnitteluun ryhtymistä tilannetta tarkasteltava useasta näkökulmasta. Alkuun pidetyt palaverit työnjohdon kanssa sekä tuotannon työntekijöiden haastattelu helpottivat ratkaisun suunnittelua. Aivan kaikkea ei kuitenkaan pystytty etukäteen ottamaan huomioon. Etukäteen varautumisen vaikeuden vuoksi testausyksiköstä tehtiin ensin prototyyppiversio ennen yksikön monistamista kaikille linjoille. Prototyyppi mahdollisti korjaavat muutokset ennen usean testerin kokoonpanon aloittamista. Jatkuva kommunikointi alihankkijan kanssa oli tärkeää prototyypin valmistusvaiheessa. Näistä prototyypin testauksen tuomista muutoksista esimerkkinä mainittakoon testausyksikköön lisätty LCD-näyttö, jota ei alkuperäisessä suunnitelmassa ollut lainkaan.

Saavutetut muutokset helpottavat testauslaitteiden hallintaa ja testauslaitteiden pitämistä ajan tasalla tuoteperheen muutoksien mukana. Yhdenmukaiset testauttavat jokaisella kokoonpanolinjalla helpottavat myös työntekijöiden jokapäiväistä toimintaa.

6 LÄHDELUETTELO

1. Understanding LED Driver Technology. 2014. Led Driver Guideline. Lighting solutions. Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH. Saatavissa: https://www.vossloh-schwabe.com/uploads/tx_sbdownloader/Leitfaden_Treiber_EN.pdf. Hakupäivä 17.11.2016.
2. Understanding LED Driver Technology. 2014. Led Driver Guideline. Lighting solutions. Vossloh-Schwabe Deutschland GmbH. Saatavissa: https://www.vossloh-schwabe.com/uploads/tx_sbdownloader/Leitfaden_Treiber_EN.pdf. Hakupäivä 17.11.2016.
3. LS-562 Datasheet. 2016. Helvar. Saatavissa: https://www.helvar.com/media/pd/2016/20161115/LS-562_DATASHEET_EN.pdf. Hakupäivä: 13.12.2016
4. LED Luminaire lifetime: Recommendations for Testing and Reporting. 2011. Next Generation Lighting industry Alliance with the U.S. Department of Energy. Saatavissa: http://apps1.eere.energy.gov/buildings/publications/pdfs/ssl/led_luminaire-lifetime-guide_june2011.pdf. Hakupäivä 15.11.2016.
5. Nurmi, Tapani. Kotelointiluokkien standardit. 2011. Sesko. Saatavissa: http://www.sesko.fi/viestit_ja_vinkit/uutisarkisto/arkisto_2011/heina-syyskuu_2011/kotelointiluokkien_standardit.506.news. Hakupäivä: 1.12.2016
6. Technical Overview. ZVEI Die Elektroindustrie. Saatavissa: <http://www.dali-ag.org/discover-dali/technical-overview.html>. Hakupäivä 23.10.2016.
7. Husain, Shaima. Digitally Addressable Lighting. Microchip Technology Inc. Saatavissa: http://eu.mouser.com/applications/lighting-digitally-addressable/?utm_medium=email&utm_source=november2013&utm_campaign=electronics-mx&utm_content=article. Hakupäivä 21.10.2016.
8. Manchester code. 2016. Wikipedia. Saatavissa: https://en.wikipedia.org/wiki/Manchester_code. Hakupäivä 9.11.2016.

9. Designing Wire Lighting Control Networks to DALI standard. 2013. Digikey. Saatavissa: <http://www.digikey.com/en/articles/tech-zone/2013/aug/designing-wired-lighting-control-networks-to-dali-standard>. Hakupäivä 3.11.2016.
10. Best Practices for Dynamic 0-10VDC LED Lighting Control. 2015. Acuity Controls. Saatavissa: <http://www.acuitybrands.com/products/detail/257121/fresco/fresco-dxt/assemblies-for-high-performance-dmx-networks/-/media/products/fresco/257121/document/0-10vdc-best-practice.pdf>. Hakupäivä 3.11.2016.
11. Sähkölaitteiden valmistus, maahantuonti ja myynti. TUKES. Saatavissa: http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/esitteet_ja_oppaat/sahkolaitteiden_valmistus_maahantuonti_ja_myynti.pdf. Hakupäivä 6.12.2016.
12. Laatu järjestelmän avulla vihreämmäksi. Järkivihreän logistiikan osaamisverkosto. Saatavissa: http://www.hamk.fi/tyoelamalle/hankeet/biopoint/tietopankki/Documents/Tietokortti_laadunhallinta.pdf. Hakupäivä 29.11.2016.
13. LVD sähköturvallisuus. 2016. TUKES. Saatavissa: <http://www.tukes.fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/LVD-sahkoturvallisuus/>. Hakupäivä 15.11.2016.
14. EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI 214/35/EU, annettu 26 päivänä helmikuuta 2014, tietyllä jännitealueella toimivien sähkölaitteiden asettamista saataville markkinoille koskevan jäsenvaltion lainsäädännön yhdenmukaistamisesta. Saatavissa: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0035>. Hakupäivä 15.11.2016.
15. SFS-EN 60598-1. 2005. Valaisimet. Osa 1: Yleiset vaatimukset ja testit. Helsinki: Suomen standardisoimisliitto SFS.
16. Eristysvastuksen mittausopas. Chauvin Arnoux Group. Saatavissa: https://chauvin-arnoux.fi/wp-content/uploads/2015/12/FI_Eristysvastuksen-mittausopas.pdf. Hakupäivä 28.10.2016.
17. PAT Training Services. 2016. Saatavissa: http://www.pat-training.co.uk/megger_pat420_pat_tester.html. Hakupäivä 28.10.2016.

18. Helakorpi, Seppo. 2001. Ammatillinen fysiikka. Porvoo. WS Bookwell Oy.
19. Current Transformers. 2016. Electronics Tutorials. Saatavissa: <http://www.electronics-tutorials.ws/transformer/current-transformer.html>
Hakupäivä 4.12.2016.
20. Tuotekuvasto. 2016. Ahaa Elektroniikka. Saatavissa: <http://www.elektronikkaosat.com/c-46/p-2016/LCD-naytto-2x16-merkkia-sininen-tausta-valo.html> Hakupäivä 5.12.2016

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Työn tiedot	Tekijä ¹ Juho Roivainen [REDACTED] t3roju00@students.oamk.fi Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot ³	Tilaaaja ² Greenled Oy Tarjusojaantie 12-14 90440 Kempele
	Ville Moilanen [REDACTED] Työn nimi ⁴ Tuotannon testausprosessia tukeva testerikokonaisuus	
	Työn kuvaus ⁵ Työ tehdään Greenled Oy:lle. Greenled suunnittelee ja valmistaa led-valaisimia. Yritys tekee valaisimia myös monella erilaisella valmiiksi kytketyillä kytkentäjohtoilla. Kaikkien yrityksen valmistamiin liitäntöiden ja ohjaustekniikoiden testaukseen nykyinen testaus-menetelmä ei ole tyydyttävä. Työssä täytyy suunnitella ja toteuttaa ratkaisu, joka korjaa tällä hetkellä tuotantotestauksessa olemassa olevat valaisinten testaukseen liittyvät kömpelyydet tai potentiaaliset turvallisuusriskit. Lisäosan tulee kuitenkin toimia nykyisen testerin kanssa yhdessä. Työhön sisältyy tarvittavien speksien luominen, suunnittelu, projektin hallinta, kokoonpano, dokumentointi, testaus ja testerien ylösajo tuotannon käytöön.	
	Työn tavoitteet ⁶ Luoda selkeä ja yhtenäinen kokonaisuus tukemaan käytössä olevaa testeriä tuotannossa. Jokainen tällä hetkellä Greenled Oy:n tuotevalikoimassa oleva valaisinkokoonpano tulisi pystyä testaamaan samalla testerialalla. Testerin tulee olla turvallinen sekä käyttäjälle, että työntekijälle. Työhön liittyy sähkötekniikkaa, elektroniikkaa, sulautettuja järjestelmiä ja mekaniikkaa, joten työvaiheiden dokumentointi on tehtävä riittävän hyväksi monistettavuutta ajatellen. Tavoitteena on kokonaisuudessaan tuotetestausjärjestelmän kehitys ja ylösajo. Ylösajo sisältää myös dokumentoinnin, koulutuksen ja ohjeistuksen järjestelmään liittyen.	
	Tavoiteaikataulu ⁷ Valmiiden testerien oletetaan olevan tuotantolinjoilla lokakuun loppuun mennessä ja tähän määräaikaan mennessä on tekninen dokumentointi ja yrityksen kannalta kriittinen informaatio luotu. Opinnäytetyön dokumentointi ja muu kirjallisen materiaalin tuottaminen liittyen opinnäytetyöhön pyritään luomaan joulukuuhun mennessä.	
	Päiväys ja allekirjoitukset ⁸ 9 / 9 / 2016 Tekijän allekirjoitus [Signature: Juho Roivainen]	9, 9, 2016 Tilaaajan allekirjoitus [Signature: Ville Moilanen]

1. Tekijän nimi, puhelinnumero ja sähköpostiosoite.
2. Työn teettävän yrityksen virallinen nimi.
3. Sen henkilön nimi ja yhteystiedot, joka yrityksessä valvoo työn suoritusta.
4. Työn nimi voi olla tässä vaiheessa työnimi, jota myöhemmin tarkennetaan.
5. Työ kuvataan lyhyesti. Siinä esitetään muun muassa työn tausta, lähtötilanne ja työssä ratkaistavat ongelmat.
6. Esitetään lyhyesti ja selvästi työn tavoitteet.
7. Esitetään projektin tavoiteaikataulu. Silloin, kun työllä on välitavoitteita, myös ne merkitään aikatauluun. Tavoiteaikataulun ja oppilaitoksen yleisaikataulun perusteella tekijä laatii oman aikataulunsa.
8. Lähtötietomuuisto päivätään ja sen allekirjoittavat tekijä ja tilaaajan yhdyshenkilö

